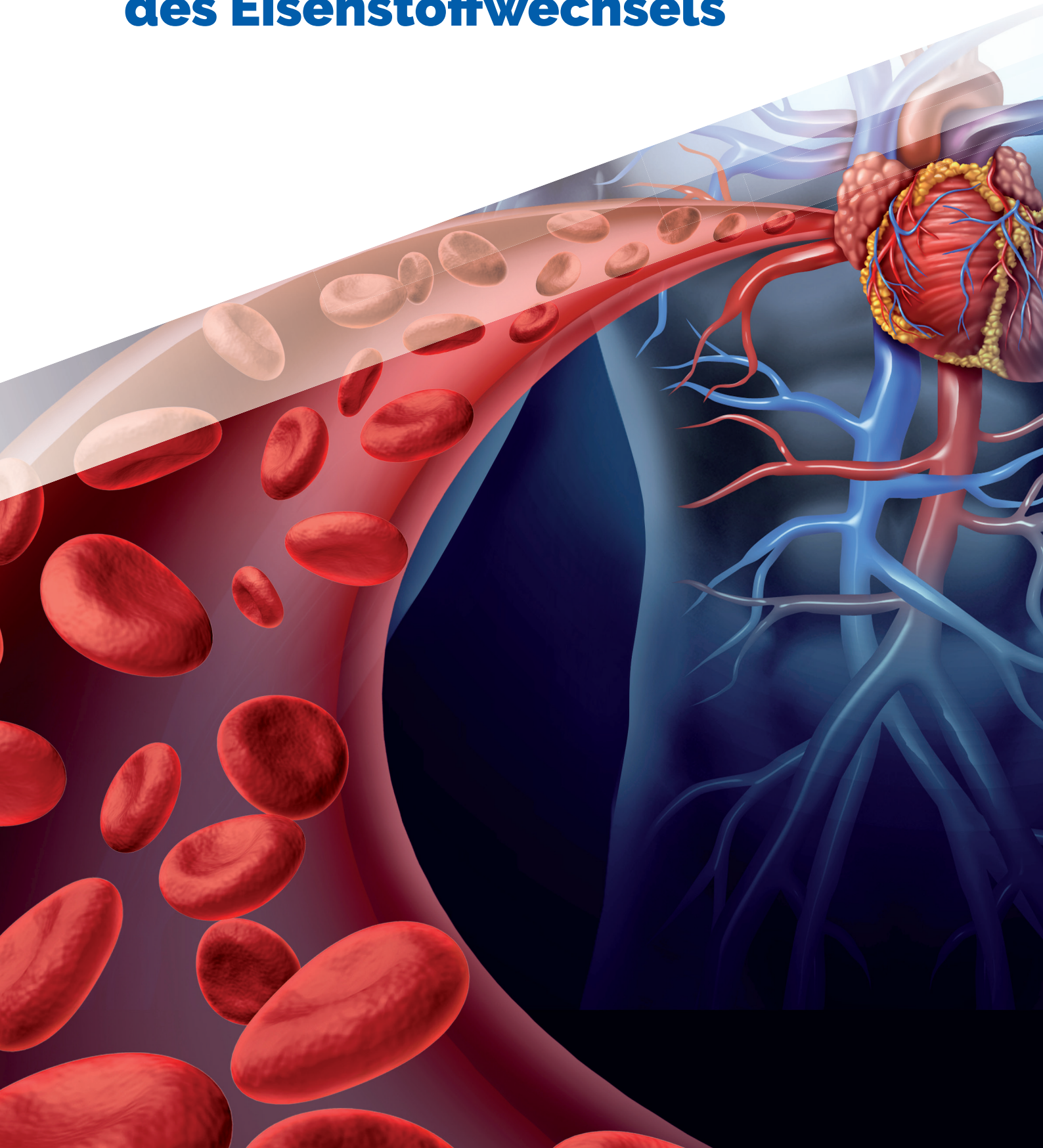


Fachinformation 0109

Labordiagnostik bei Störungen des Eisenstoffwechsels





Inhalte

Eisenmangel: Die Stadien	4
Eisenmangel: Eine Anämie steht nicht an erster Stelle	5
Weitere Parameter zur Beurteilung der Eisenversorgung Zink-Protoporphyrin (HPLC)	7
Überblick über die wichtigsten Parameter zur Eisendiagnostik	8

Labordiagnostik bei Störungen des Eisenstoffwechsels

Störungen des Eisenstoffwechsels, vor allem Eisenmangelkrankungen, sind weit verbreitet und assoziiert mit einer Vielzahl an Krankheitsbildern. Eisenmangel ist weltweit der am häufigsten auftretende Nährstoffmangel; es ist davon auszugehen, dass weltweit ca. eine Milliarde Menschen an Eisenmangel leiden. Vor allem bei Frauen im gebärfähigen Alter erscheint die Eisenzufuhr problematisch. Über 75% der Frauen unterschreiten in diesem Alter die Empfehlungen für die Eisenzufuhr.^{1,2}

Für Europa zeigen epidemiologische Studien auf, dass sich 5 bis 10% der Gesamtbevölkerung und ca. 20% der Frauen im gebärfähigen Alter in einem latenten oder prälatenten Eisenmangel befinden.³

Die Bestimmung des Hämoglobinspiegels im Blut kann lediglich eine ausgeprägte Eisenmangelanämie aufdecken, eignet sich aber nicht für die Diagnostik präanämischer Stadien. Weitere Routinemarker zur Analyse des Speichereisenstatus wie die Akutphaseproteine Transferrin oder Ferritin werden in ihren Konzentrationen durch Infektionen oder Entzündungen beeinflusst und sind daher nur bedingt zur Überwachung von Patienten mit chronischen Erkrankungen einsetzbar. Für diese Patienten stehen bei der GANZIMMUN Diagnostics aktuelle Screening-Marker für die Routinediagnostik von Störungen des Eisenstoffwechsels zur Verfügung.

Eisenmangel: Die Stadien

Zur korrekten Beurteilung eines Eisenmangels ist es unabdingbar, dessen Ausprägung zu berücksichtigen. Es kann also nicht von „dem Eisenmangel“ gesprochen werden, ohne eine Stadieneinteilung vorzunehmen. Abhängig von der Ausprägung eines Eisendefizits werden daher 3 Stadien unterschieden, die nachfolgend dargestellt werden:

Stadium I:

Eine negative Eisenbilanz führt zunächst zu einem Speichereisenmangel. In diesem Stadium sind die Eisenspeicher zwar reduziert, der Erythropoese wird jedoch noch genügend Eisen zugeführt.

Stadium II:

Dieses ist im Sinne eines funktionellen Eisenmangels durch eine unzureichende Versorgung der Erythropoese im Knochenmark gekennzeichnet (eisendefizitäre Erythropoese), wobei das Hämoglobin in diesem Stadium noch im Normbereich liegt. Ein Mangel an Funktionseisen führt zu einer unzureichenden Versorgung des erythropoetischen Gewebes mit daraus resultierender Hemmung der Hämatopoese. Bestand bei einem Patienten mit einer Eisenverteilungsstörung – z. B. im Rahmen eines aktuellen Infektes – vor dem Infekt bereits ein Speichereisenmangel, lässt sich das durch eine alleinige Bestimmung von Eisen, Transferrin oder Ferritin nicht erkennen. Es kann trotz reduzierter Eisenspeicher ein Ferritinspiegel bis 100 µg/l nachweisbar sein. Das Eisendefizit ist in solchen Fällen maskiert.

Stadium III:

In diesem Stadium wird schließlich der Hämoglobinnormwert unterschritten, was zur klassischen Eisenmangelanämie führt.

Tab. 1: Immundefunktionen und geeignete Therapieformen

Stadium	Laborparameter	Laborparameter
I. Speichereisenmangel	Ferritin	
II. Funktionseisenmangel	Ferritin	Transferrin, löslicher Transferrinrezeptor
III. Eisenmangelanämie	Hb*, MCV**, MCH***, Retikulozyten, Ferritin	Transferrin, löslicher Transferrinrezeptor

* Hb = Hämoglobin, ** MCV = mittleres korpuskuläres Volumen der Erythrozyten, *** MCH = mittlerer zellulärer Hämoglobingehalt der Erythrozyten

Eisenmangel: Eine Anämie steht nicht an erster Stelle

Die Eisenmangelanämie zeigt sich im Sinne einer mikrozytären hypochromen Anämie mit einem Abfall des Hämoglobingehaltes und einer Verkleinerung der Erythrozyten. Dementsprechend weist das Blutbild ein erniedrigtes MCV* und MCH** auf. Diese Veränderungen stehen jedoch nicht an erster Stelle der Eisenmangelsymptomatik. Das Erkennen eines Eisenmangels ohne Anämie erfordert daher den Einsatz von weiteren, spezifischen Laborparametern.

Eisen ist Bestandteil von verschiedenen Cytochromen, die die Elemente der Atmungskette bilden und an der Elektronenübertragung beteiligt sind. Als Bestandteil von Metalloenzymen wird Eisen für die Eicosanoid-, Carnitin-, Kollagen- und Neurotransmittersynthese benötigt. Weitere eisenabhängige Funktionen sind die Immunabwehr, die DNS-Synthese sowie die Desaturierung der Fettsäuren. Eine latente Einschränkung

der Eisenversorgung zieht somit Funktionsstörungen in fast allen Körpersystemen nach sich. Häufig zeigen sich diese in Form von Erschöpfung, Müdigkeit, Infektanfälligkeit, trockener und spröder Haut, Störungen von Haar- und Nagelwachstum, diffusem Haarausfall oder Mundwinkelrhagaden.^{4,5} So kann bereits ein Ferritinspiegel von <40 ng/ml zu latentem Haarausfall führen und Ferritinspiegel <20 ng/ml können eine Beeinträchtigung der Schilddrüsenfunktion verursachen (die Thyreperoxidase ist eisenabhängig). Diese Beispiele zeigen, dass der Ferritinspiegel nicht nur aus hämatologischer Sicht interpretiert werden darf.

* MCV: Mittleres Erythrozyteneinzelvolumen: gibt die mittlere Zellgröße der peripheren Erythrozyten an

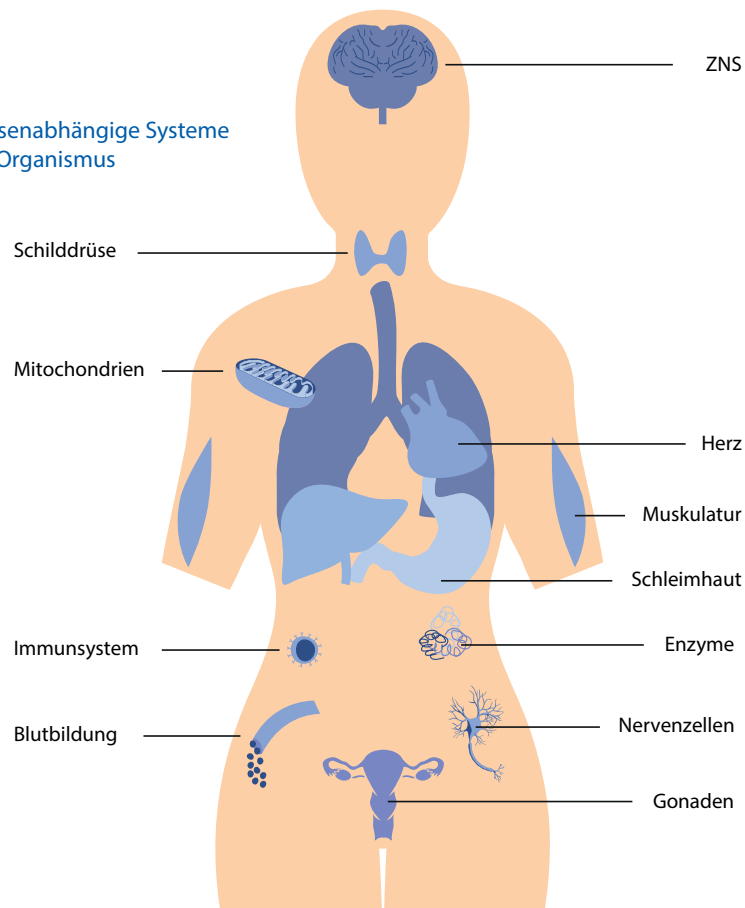
** MCH: Mittleres Korpuskuläres Hämoglobin: bezeichnet den mittleren Hämoglobingehalt im Erythrozyten

Tab. 2: Einige eisenhaltige Proteine und Enzyme

Protein resp. Enzym	Name	Funktion
Hämhaltige Proteine (Eisen im Porphyrinring)	Hämoglobin	O ₂ -Transport und -Speicherung, Zellatmung, Entgiftung, Schutz vor oxidativer Schädigung
	Myoglobin	
	Cytochrome	
	Cytochromoxidasen	
	Peroxidasen	
Eisen-Schwefel-Verbindungen	Katalasen	Enzym des Zitronensäurezyklus, gleichzeitig ein Regulator des Eisenstoffwechsels
	Aconitase	
Eisen-Flavoproteine	Succinyldehydrogenase	Energienstoffwechsel
	Cytochromreduktasen	
	NADH-Dehydrogenase	
	Acyl-CoA-Dehydrogenase	
	Xanthinoxidase	Purinstoffwechsel

(Quelle: ⁶)

Abb. 1: Wichtige eisenabhängige Systeme des menschlichen Organismus



Nicht hämatologische Effekte bei Eisenmangel ohne Anämie (EoA):

- reduzierte Muskelkraft und Ausdauerleistung
- eingeschränkte Lernfähigkeit
- Haarausfall
- eingeschränkte Thermoregulation
- Fatigue

Eisenmangel ohne Anämie (EoA)

Ferritinspiegel, die aus hämatologischer Sicht noch als unauffällig eingestuft werden, können bereits zu einer Beeinträchtigung eisenabhängiger Funktionen führen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Beurteilung des roten Blutbildes im Hinblick auf die Eisenversorgung nicht an erster Stelle stehen darf.

Fazit: Auch ohne Anämie stellt ein Eisenmangel eine Indikation zur Eisentherapie dar. Bei einem EoA besteht ein Speichereisenmangel zwischen 500 und 1.000 mg⁶, der primär oral substituiert werden sollte.

Diagnostische Lücke: Eisenmangel-Diagnostik bei chronisch kranken Patienten oftmals vernachlässigt!

Bei bestehenden Grunderkrankungen kann der Krankheitsverlauf durch einen Eisenmangel empfindlich verschlechtert werden. So profitieren beispielsweise Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz von einer Optimierung der Eisenversorgung.⁷ Obwohl jeder zweite Patient mit Herzinsuffizienz unter Eisenmangel leidet, werden aufgrund unzureichender Diagnostik nur 4% der Betroffenen substituiert.⁸

Auch bei Tumorpatienten ist auf eine gründliche Beobachtung der Eisenversorgung zu achten. Ein Eisenmangel gehört mit einer Prävalenz von 30 bis 60% zu den häufigsten Ursachen einer Tumoranämie⁹, die nicht nur die Lebensqualität der Patienten erheblich verschlechtert, sondern auch die Wirkung von Chemo- und Strahlentherapie reduziert.

Labordiagnostik

Ferritin

Das auch als Depot-Eisen bezeichnete Ferritin ist ein in der Natur weit verbreiteter Proteinkomplex, dessen einzige Aufgabe es ist, Eisen zu speichern. Unterschieden wird das intrazelluläre Ferritin vom Serumferritin, das in Abhängigkeit der intestinalen Eisenaufnahme rasch ansteigt. Dementsprechend kann es bei hoher Eisenaufnahme aus insbesondere tierischer Nahrung zu erhöhten Ferritinspiegeln kommen. Eine Überversorgung mit Eisen erhöht in nicht unerheblichem Umfang den intrazellulären oxidativen Stress. Daher werden dauerhaft erhöhte Ferritinspiegel mit einem erhöhten Krankheitsrisiko wie z.B. der Entstehung von Diabetes mellitus in Verbindung gebracht. Erhöhte Ferritinspiegel in Verbindung mit erniedrigten Glycinspiegeln* könnte eine Bedeutung als Biomarker für ein erhöhtes Diabetesrisiko zukommen.

1 ng/ml Ferritin entspricht ca. 8-10 mg Speichereisen

Im menschlichen Organismus finden sich die höchsten Ferritinkonzentrationen hauptsächlich in der Leber, der Milz und im Knochenmark; dennoch ist die Ferritinkonzentration im Blut ein – mit einigen Einschränkungen – aussagekräftiges Maß für den Gesamteisenbestand im Organismus. Daher steht Ferritin zur Beurteilung der Eisenreserven in der Regel an erster Stelle in der Hierarchie der Eisenstoffwechsel-Diagnostik.

Die höchsten Serum-Ferritinwerte liegen in den ersten 2 Wochen nach der Geburt vor. Bei gesunden Säuglingen im Alter von 2 bis 3 Wochen können Ferritinspiegel bis über 600 ng/ml gemessen werden. Danach fallen die Ferritinspiegel rapide ab. Im Erwachsenenalter werden die männlichen Referenzbereiche mit 22-322 ng/ml angegeben, bei Frauen liegen die Spiegel bei 10-291 ng/ml. Im Hinblick auf die oben aufgeführten Auswirkungen, die bei Ferritinspiegeln < 40 ng/ml zu erwarten sind, sollte aber bereits hier die Indikation für eine Substitutionstherapie gestellt werden und die Ursachen für die unzureichende Versorgungssituation ergründet werden.

Die Bestimmung der Ferritinspiegel ist allerdings nur dann aussagekräftig, wenn keine anderweitigen Erkrankungen wie Entzündungen, bakteriellen Infekte, Leberstörungen oder maligne Tumorerkrankungen vorliegen. In diesen Fällen ist eine exakte Beurteilung der Eisenreserven mittels Ferritin nicht möglich.

Ein normaler oder erhöhter Ferritinspiegel zeigt nur dann einen normalen oder erhöhten Eisengehalt an, wenn keine Entzündungsreaktion (Akute-Phase-Reaktion) und keine Leberstörung vorliegen.



Falsch normale oder erhöhte Ferritinspiegel bei Entzündungen und Hepatopathien

Gegenüber einem absoluten Eisenmangel, der durch einen erniedrigten Ferritinwert charakterisiert ist, wird der funktionelle Eisenmangel durch eine Umverteilung des an sich ausreichenden Eisenpools verursacht. Aktivierungen des Retikulo-endothelialen Systems führen zu einer biochemischen Blockierung der Eisenreserven in Makrophagen und Hepatozyten, was biochemisch zu einem Mangel an funktionellem Eisen** führt. Dabei spielt das in dieser Situation vermehrt in der Leber gebildete Hepcidin eine wichtige Rolle. Hecpidin „verschließt“ den Port, auf dem Eisen eine Zelle verlassen kann. Eisen kumuliert in den entsprechenden Zellen. In diesem Fall liegt also kein Eisenmangel im eigentlichen Sinne vor, sondern eine Eisenverteilungsstörung (funktionelle Eisendefizite). Die damit einhergehende Erhöhung, auch der Ferritinkonzentration im Serum, ist damit nicht mehr repräsentativ für die Gesamteisenvorräte des Körpers, sondern zeigt die beschriebene Umverteilung in die Speichergewebe an. Hier bleibt das Eisen bis zur Überwindung der entsprechenden Störung fixiert, so dass es von den übrigen Zellen nicht als Funktionseisen verwertet werden kann. Die daraus resultierenden Anämien werden als ACD⁸ (anemia of chronic disease; dt.: Anämie bei chronischer Erkrankung) bezeichnet.

* Glycin ist neben Glutamin und Cystein Bestandteil des antioxidativ bedeutsamen Glutathion.

** Funktionseisen: die Gesamtheit des im Organismus aktiven Eisens (Hämoglobin-, Myoglobin-, Zell- und Transporteisen)

Sichere Interpretationen der Ferritinspiegel sind nur in Kombination mit ergänzenden Parametern möglich. Wenn Immunreaktivitäten oder Hepatopathien einen Anstieg der Ferritinspiegel nach sich ziehen können, ist es naheliegend, durch weitere Laborparameter entsprechende Faktoren auszuschließen. Daher hat es sich in der Praxis bewährt, Ferritin prinzipiell im Kontext mit CRP sowie den Lebertransamina-

sen GOT, GPT und γ -GT zu interpretieren. Sollten die Ergebnisse Hinweise auf eine Inflammation oder eine Leberstörung ergeben, ist ein im Normbereich liegender Ferritinwert nicht aussagekräftig (siehe Befundausschnitt 1). Das nachfolgende Schema zeigt in Abhängigkeit der Ergebnisse den korrekten Handlungsstrang auf:

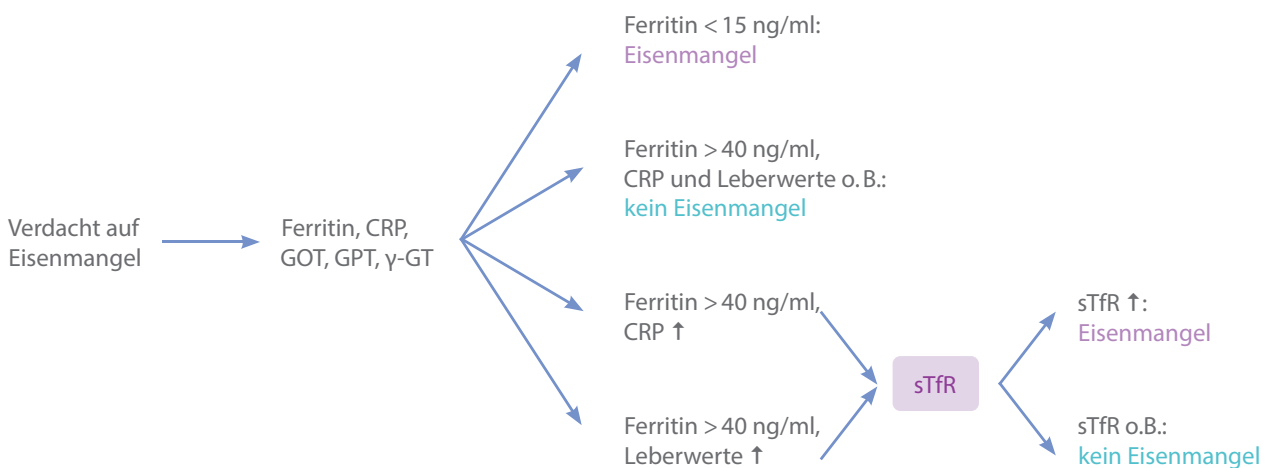


Abb. 2: Diagnostik mittels Ferritin, CRP, GOT, GPT, γ -GT

	Ergebnis	Einheit	Vorwert	Referenzbereich/ Nachweisgrenze
Klinische Chemie				
↑ GOT	45	U/l		13 - 40
↑ GPT	60	U/l		7 - 40
↑ gamma-GT	49	U/l		< 38
↑ CRP ultrasensitiv	6,50	mg/l		< 5,00
				Bewertung: niedriges kardiovaskuläres Risiko: < 0,7mg/l hohes kardiovaskuläres Risiko: > 1,9 mg/l Hinweis auf akutes entzündl. Geschehen: > 5,0 mg/l
Ferritin	40,0	ng/ml	8,0	12,0 - 306,8
	Niedrige Ferritinwerte weisen unabhängig davon, ob eine Anämie besteht, auf einen Eisenmangel hin. Für weitere Diagnostik bzw. zu weitergehenden Beurteilung einer Anämie wird die Bestimmung des löslichen Transferrinrezeptors (sTfR) empfohlen. Beachtenswert: Ferritinwerte < 70 ng/ml können von einem telogenen Effluvium (latenter Haarausfall) begleitet sein.			
↑ Löslicher Transferrin-Rezeptor	6,2	mg/l	6,8	1,9 - 4,4
	Proportional zum Ausmass des Eisendefizits im Gewebe steigt die sTfR-Konzentration an. Im Gegensatz zum Ferritin wird sTfR nicht durch eine Akut-Phase-Reaktion oder Leberschädigungen beeinflusst. Erhöhte Werte sprechen für einen Eisenmangel.			

Abb. 3: Befundausschnitt 1

Der Ferritin-Index

Die Berechnung des Ferritin-Index (lösl. Transferrinrezeptor / log Ferritin) dient der zuverlässigeren Beurteilung des Ferritinspiegels bei etwaigen Immunreaktivitäten, Leberstörungen oder Tumorerkrankungen. In diesen Fällen können die Ferritinspiegel in falsch-normalen Bereichen liegen, so dass ein bestehender Speichereisenmangel maskiert wird (siehe Befundausschnitt 2). Darüber hinaus dient der Index der frühzeitigen Abschätzung des Eisenbedarfs in der Schwangerschaft sowie bei Risikogruppen wie z.B. Kindern und Jugendlichen in Wachstumsphasen, Leistungssportlern, Vegetariern und Dialysepatienten.

- Bei Immunreaktivitäten mit einem CRP > 5 mg/l
- verschiebt sich bei gleicher Interpretation der Entscheidungswert des Ferritinindex von 3,2 nach 2,0.
- Ein Ferrin-Index < 3,2 zeigt eine ausreichende Eisenversorgung an.
- Ein Ferrin-Index > 3,2 zeigt eine unzureichende Eisenversorgung an.

Bei der GANZIMMUN Diagnostics wird bei Anforderung der Basisparameter Hämoglobin (kleines Blutbild), Ferritin, CRP sowie dem löslichen Transferrinrezeptor (s. u.) automatisch und kostenfrei der Ferritin-Index errechnet.

	Ergebnis	Einheit	Vorwert	Referenzbereich/ Nachweisgrenze
Klinische Chemie				
▲ CRP ultrasensitiv	5,90	mg/l		< 5,00 Bewertung: niedriges kardiovaskuläres Risiko: < 0,7 mg/l hohes kardiovaskuläres Risiko: > 1,9 mg/l Hinweis auf akutes entzündl. Geschehen: > 5,0 mg/l
Ferritin	35,0	ng/ml		12,0 - 306,8 Niedrige Ferritinwerte weisen unabhängig davon, ob eine Anämie besteht, auf einen Eisenmangel hin. Für weitere Diagnostik bzw. zu weitergehenden Beurteilung einer Anämie wird die Bestimmung des löslichen Transferrinrezeptors (sTFR) empfohlen. Beachtenswert: Ferritinwerte < 70 ng/ml können von einem telogenen Effluvium (latenter Haarausfall) begleitet sein.
▲ Löslicher Transferrin-Rezeptor	6,7	mg/l		1,9 - 4,4 Proportional zum Ausmass des Eisendefizits im Gewebe steigt die sTFR-Konzentration an. Im Gegensatz zum Ferritin wird sTFR nicht durch eine Akut-Phase-Reaktion oder Leberschädigungen beeinflusst. Erhöhte Werte sprechen für einen Eisenmangel.

Abb. 3: Befundausschnitt 2

**Einblick in den aktuellen Eisenbedarf:
Löslicher Transferrin-Rezeptor (sTfR) (6065)**

Erniedrigte Ferritinwerte sprechen mit hoher Spezifität für entleerte Eisenspeicher, beweisen aber keinen Mangel an Funktionseisen. Die Bestimmung des löslichen Transferrinrezeptors ergänzt die Ferritinbestimmung und ermöglicht die Beurteilung der Eisenversorgung eisenabhängiger Zellen.

Alle Gewebe bzw. Zellen mit Eisenbedarf regeln ihre Eisenaufnahme durch Expression des Transferrinrezeptors (TfR) auf der Zelloberfläche. Hier bindet das mit Eisen beladene Transportprotein Transferrin an den Transferrinrezeptor und wird in das Zellinnere aufgenommen. Nach Aufnahme des Transferrins wird das Eisen abgespalten. Anschließend wird das nun eisenfreie (Apo)-Transferrin an TfR rückgebunden und wieder an die Zelloberfläche transportiert. Durch proteolytische Ablösung des Rezeptors von den Zellmembranen treten lösliche Transferrinrezeptoren (sTfR) in das Plasma über und zirkulieren hier frei.

80 bis 95% der löslichen Transferrin-Rezeptoren befinden sich auf den Zellen der Blutbildung (Erythropoesezellen). Daher spiegelt die sTfR-Konzentration den Eisenbedarf, aber

auch die Anzahl bzw. die erythropoetische Aktivität dieser Zellen wider. Bei Eisenmangel steigt die sTfR-Konzentration im Serum rasch an, da die Erythropoesezellen mehr TfR exprimieren. Dieser Effekt tritt bereits vor dem Absinken von Hämoglobin auf. Aber auch bei hämolytischen Anämien steigt die sTfR-Konzentration an, da sich die Anzahl der Erythropoesezellen und damit der Transferrinrezeptoren erhöht (siehe Befundausschnitt 2).

Der wesentliche Vorteil der sTfR-Bestimmung im Vergleich zur Ferritin-Bestimmung liegt in der Unabhängigkeit gegenüber patienteneigenen Störeinflüssen, sodass differenziert werden kann, ob eine Anämie durch Eisenmangel oder von einer chronischen Erkrankung ausgelöst wird. Anhand der sTfR-Konzentration kann auch eine Therapie mit Erythropoetin überwacht werden.

Präanalytik	
Probenmaterial	Serum
Probenversand	keine Besonderheiten

Abrechnung und Preise	
Abrechnung nach EBM:	32455 (Diagnose zwingend notwendig)
Abrechnung nach GOÄ:	3742
Preis Selbstzahler:	16,76 Euro
Preis Privatpatient:	16,76 Euro

Die sTfR-Konzentration im Serum ermöglicht die Abschätzung des aktuellen zellulären Eisenbedarfs, während Ferritin die vorhandenen Eisenspeicher widerspiegelt.

Beide Werte zusammen liefern ein genaueres Bild des Eisenstatus als die von der Tageszeit und Ernährung abhängige quantitative Bestimmung von Eisen.



**Weiterer Parameter zur Beurteilung der Eisenversorgung:
Zinkprotophyrin (HPLC) (6182)**

Zinkprotophyrin (ZnPP) wird in Phasen des Eisenmangels während der Häm-Synthese gebildet, wenn Zink für Eisen als Zentralatom substituiert wird. Daher kommt es zu einem Anstieg des ZnPP-Spiegels in der Zirkulation. Das Verhältnis ZnPP/Häm ist ein sensibler und spezifischer Indikator des Eisenstatus im Knochenmark, unabhängig von Infektionen und Entzündungen. ZnPP eignet sich daher als Screening-Parameter zur Beurteilung der Eisenversorgung.

- entzündungsunabhängiges Routinescreening des Eisenmangels
- sensitive und spezifische Evaluierung von Eisenaufnahme und -metabolismus
- einfache Bestimmung im Vollblut, nur 10 min Laufzeit

Präanalytik	
Probenmaterial	EDTA
Probenversand	keine Besonderheiten

Abrechnung und Preise	
Abrechnung nach EBM:	32302
Abrechnung nach GOÄ:	4202
Preis Selbstzahler:	20,98 Euro
Preis Privatpatient:	24,13 Euro

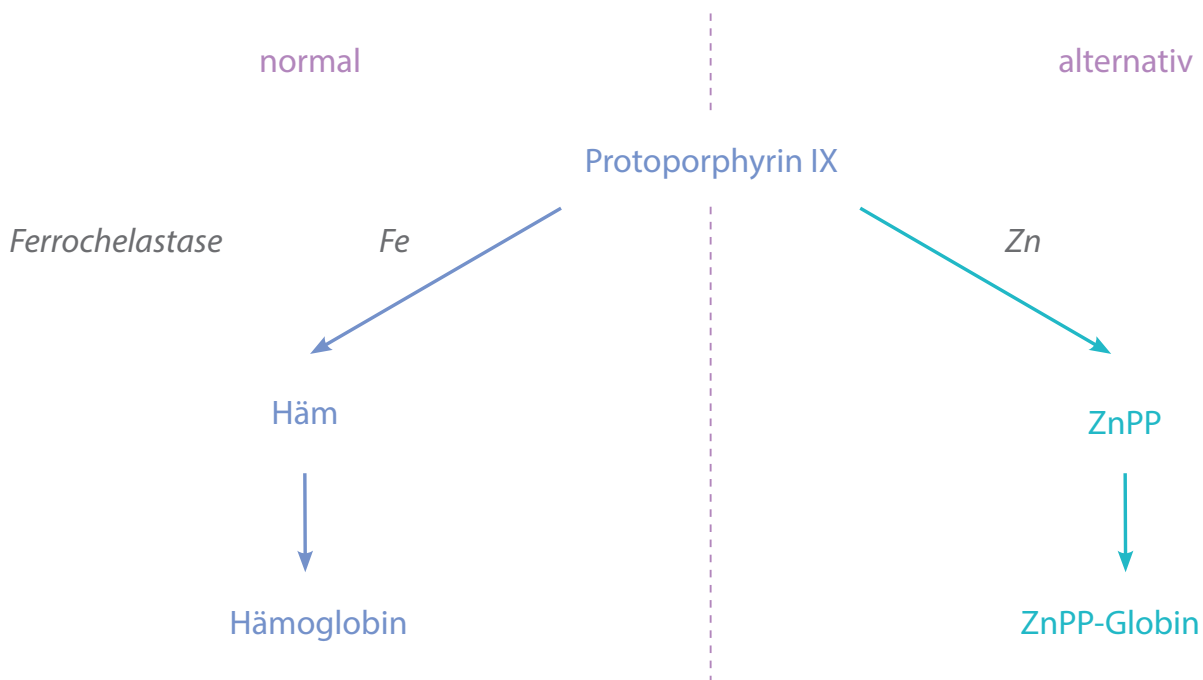


Abb. 5: Entstehung von ZnPP (Zinkprotophyrin) bei eisendefizitärer Erythropoese

Überblick über die wichtigsten Parameter zur Eisendiagnostik

Parameter	Bedeutung	Besondere Hinweise	Normwerte
Großes Blutbild	Bestimmung von Hb, Erythrozyten, Erythrozytenindizes, Hk, Retikulozyten		
Eisen (Vollblut/Serum)	Wichtig für Hb-Synthese	Bestimmung zur Beurteilung der Eisenversorgung obsolet, zusätzliche Parameter unverzichtbar	22-158 µg/dl im Serum
Löslicher Transferrin-Rezeptor (sTfR)	Transferrin-Bindungsrezeptor bindet das mit Eisen beladene Transferrin an die Membranen der zu versorgenden Zellen und transportiert es in das Zellinnere.	sTfR bleibt frei von patienteneigenen Störeinflüssen (keine Beeinflussung durch Entzündung, Tumor, Schwangerschaft etc.) ↑: erhöhter Eisenbedarf	1,9-4,4 mg/l
Ferritin	Eisenspeicherprotein Vorkommen: Serum, Milz, Leber, Darmschleimhaut, Knochenmark und retikuloendotheliales System (RES)	↑: bei Tumor-/Infektanämie oder Eisenüberladung ↓: bereits bei prälatentem Eisenmangel (reagiert früher als Eisen)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kinder bis 15 Jahre: 9-59 ng/ml ■ Jugendliche bis 18 Jahre: 12-78 ng/ml ■ Männer: 24-336 ng/ml ■ Frauen: 12-306 ng/ml
Ferritin-Index	Der Ferritin-Index, ein Quotient aus löslichem Transferrinrezeptor und Ferritin (sTfR)/ log Ferritin, ist ein Maß für die Speichereisenreserve. Das Index-Ergebnis wird anschließend mit den gemessenen CRP-Spiegeln abgeglichen, so dass eine sichere Interpretation der Eisenversorgung trotz Inflammation möglich ist.	↓ Index < 3,2 zeigt eine ausreichende Eisenversorgung an. ↑: Index > 3,2 zeigt eine unzureichende Eisenversorgung an.	< 3,2
uCRP	C-reaktives Protein gehört zu den Akute-Phase-Proteinen, ist erhöht bei Immunreaktivitäten. Stärkster Stimulus bilden dabei bakterielle Infektionen. Ultrasensitives CRP kann auch niedrige Werte von CRP in Serum darstellen. → Erfassung von latenten proinflammatorischen Zuständen	↑: bei Entzündungsprozessen, Immunreaktivitäten, bakteriellen Infektionen sowie Tumoren Unklare Erhöhungen sollten immer durch weitere Untersuchungen abgeklärt werden. Mäßige Erhöhung (Werte zwischen 10-40 mg/l) bei Virusinfekten, gering gradigen Entzündungen und in der Schwangerschaft	< 5 mg/l

Parameter	Bedeutung	Besondere Hinweise	Normwerte
Zinkprotoporphyrin	Zinkprotoporphyrin wird bei Eisenmangel vermehrt gebildet, wenn statt Eisen das Element Zink als Zentralatom genutzt wird. Entzündungsunabhängig.	↑: bei Eisenmangel	< 40 µmol/mol Hb: Normalbereich 40-80 µmol/mol Hb: Graubereich > 80 µmol/mol Hb: Eisenmangel
Transferrin	Eisentransportprotein Bildung in der Leber Funktion: bindet resorbiertes Eisen in den Mukosazellen des Dünndarms → Transport zur Hb-Synthese im Knochenmark	↑: bei Eisenmangel, Schwangerschaft, Frühphase der Hepatitis ↓: bei Entzündungen, renalen Eiweißverlusten, Leberzirrhose, Störungen der Hb-Synthese (z. B. Thalassämie)	200-400 mg/dl
Transferrinsättigung	Anteil des mit Eisen gesättigten Transferrins am Gesamt-Transferrin	↑: bei Hämolyse, Eisenverwertungsstörung, Störung der Hb-Synthese oder Eisenüberladung (Hämochromatose) ↓: bei Eisenmangel und Eisenverteilungsstörungen (Infekte, Tumoren, Leberschäden)	268-436 µg/dl im Serum

Literatur

1 Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (2008) Ergebnisbericht, Teil 1 Nationale Verzehrsstudie II: Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.

2 Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (2008) Ergebnisbericht, Teil 2 Nationale Verzehrsstudie II: Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.

3 Hastka, J. et al. (2022) Eisenmangel und Eisenmangelanämie, DGHO; OeGHO.

4 Hahn, A. et al. (2016) Ernährung: Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie (3. Aufl.), Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

5 Gröber, U. (2011) Mikronährstoffe: Metabolic Tuning, Prävention, Therapie (3. Aufl.), WVG Wiss. Verl.-Ges.

6 Martius, F. (2009) Eisenmangel ohne Anämie ein heisses Eisen? Swiss Med Forum 9(15).

7 Dahm, J.B. (2013) Eisenmangel bei chronischer Herzinsuffizienz signifikant häufiger bei Frauen bzw. Anämie im Herzinsuffizienzkollektiv kardiologischer Versorgungspraxen - Ergebnisse des PReP-I Registe: Presstext DGK 04/2013.

8 Wienbergen, H. (2013) Diagnostik und Therapie von Eisenmangel bei Herzinsuffizienz: Unterversorgung im klinischen Alltag. Ergebnisse des RAID-HF Registers: Presstext DGK 04/2013.

9 Steinmetz, H.T. (2014) Neben dem Hämoglobin ist das Eisen wichtig. Focus Onkologie 4/2014:39-43.

Ansprechpartner

Bei der GANZIMMUN Diagnostics sind Sie gut beraten!

Ihre persönlichen Ansprechpartner zu allen Fragen:



Kundenbetreuung

bei Fragen zu Service, Befund, (Express-)Versand etc.

Tel. +49 6131 7205-0

Fax +49 6131 7205-100

info@ganzimmun.de



Wissenschaftlicher Außendienst

fordern Sie Ihre persönliche Betreuung an unter

Tel. +49 6131 7205-0



GANZIMMUN-Akademie

bei Fragen rund um unsere Fachfortbildungen

Tel. +49 6131 7205-277

Fax +49 6131 7205-50277

seminar@ganzimmun.de



Buchhaltung

bei Fragen zur Abrechnung von Privatpatienten

Tel. +49 6131 7205-132

bei Fragen zur Abrechnung von Kassenleistungen

Tel. +49 6131 7205-178

buchhaltung@ganzimmun.de



Bestellung von kostenlosen Probennahme- und Versandmaterialien

Tel. +49 6131 7205-201

Fax +49 6131 7205-50208

bestellung@ganzimmun.de



GANZIMMUN Diagnostics ist ein humanmedizinisches Labor in Mainz, das seit Unternehmensgründung im Jahre 1998 stetig expandiert.

Durch eine hochmoderne technische Ausstattung in den Bereichen LC/MS, Zellkulturlabor, Next-Generation-Sequenzierung u.v.m. profitieren unsere internationalen Kunden von einem innovativen Dienstleistungsspektrum – von der klinisch-chemischen Diagnostik, Mikrobiologie, Molekularbiologie, Endokrinologie, Orthomolekularen bis hin zur spezialisierten Immundiagnostik.

Auch modernste technische Optionen der Befundübermittlung und einzigartige Service-Tools wie das selbstentwickelte Labormanagementsystem 2D-connect® und die GANZIMMUN-Akademie stehen unseren Einsendern zur Verfügung.

Impressum

Herausgeber
GANZIMMUN Diagnostics GmbH
Hans-Böckler-Str. 109
55128 Mainz

Tel. +49 6131 7205-0
Fax +49 6131 7205-100
www.ganzimmun.de
info@ganzimmun.de

Ärztlicher Leiter
Dr. med. Patrik Zickgraf

Bildnachweis
Shutterstock, Adobe Stock

Autor
Michael Martin

Unsere Webauftritte
Besuchen Sie uns

